

## TREN PENELITIAN KOMPOSIT POLIESTER TAK JENUH DI JURNAL TEKNIK MESIN DAN MATERIAL DI SELURUH INDONESIA: DARI DESAIN PENELITIAN HINGGA ANALISIS DATA

Fahriadi Pakaya<sup>1)</sup>, Yurika Nantan<sup>2)</sup>, Muhammad Zainul Arifin<sup>3)</sup>, Kholid Kurniawan<sup>4)</sup>, Jordan Mathew Jhon Koho<sup>5)</sup>, Israel Pangarungan Pongdatu<sup>6)</sup>

<sup>1,2,5,6</sup> Program Studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Indonesia

<sup>3,4</sup> Program Studi Teknik Penangkapan Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Indonesia

Korespondensi: [fahriadi.pakaya@kkp.go.id](mailto:fahriadi.pakaya@kkp.go.id)

### ABSTRAK

Poliester tak jenuh merupakan salah satu material polimer termoset yang paling banyak digunakan khususnya dalam pembuatan kapal fiber ataupun pelapisan kapal kayu. Selama ini serat sintesis (*fiberglass* tipe *mat* maupun *roving*) digunakan sebagai *reinforced* polyester tak jenuh. Beberapa tahun belakangan, peneliti mulai melihat serat alam sebagai alternative/kandidat pengganti serat sintesis. Hal ini karena murah juga mudah dilakukan perlakuan. Penelitian ini memfokuskan pada telaah artikel yang telah dipublikasikan pada beberapa jurnal Teknik mesin dan Material yang telah terakreditasi SINTA mulai tahun 2010 hingga 2022. Berdasarkan data, diperoleh bahwa terdapat kecenderungan peningkatan jumlah publikasi di bidang material komposit bermatriks polyester tak jenuh. Berdasarkan hasil telaah juga diperoleh data bahwa *reinforced* yang paling banyak digunakan adalah serat alam berupa serat sabut kelapa, serat rami, serat kulit waru, dan serat sintesis *fiberglass* dengan jenis pengujian paling sering dilakukan adalah uji Tarik, dampak, bending, dan tekan menggunakan standar ASTM. Dari hasil pengujian, beberapa serat alam memiliki sifat yang sangat baik bahkan melebihi sifat *fiberglass* maupun serat karbon. Adapun rekomendasi untuk penelitian lanjutan adalah melakukan perlakuan pada beberapa material serat alam yang memenuhi kualifikasi sebagai kandidat *reinforced* komposit untuk aplikasi komposit kapal sesuai standar BKI, sehingga diharapkan dapat menggantikan serat sintesis pada berbagai aplikasi

Kata Kunci: Jurnal teknik mesin dan material, polyester, serat alam, analisis data, kekuatan mekanik

## PENDAHULUAN

Komposit polimer termoset semakin intensif diteliti dan dikembangkan. Ini berkaitan dengan meluasnya penggunaan komposit pada berbagai bidang kehidupan serta tuntutan penggunaan material yang murah, ringan, sifat mekanik yang kuat dan tidak korosif [1][2]. Salah satu jenis polimer termoset yang sering digunakan adalah polyester tak jenuh. Poliester tak jenuh merupakan suatu resin sintetik yang tersusun dari rantai lurus, yang dihasilkan dari reaksi glikol dengan asam difungsional seperti asam maleat, asam adipat, dll. Kelebihan polyester tak jenuh dapat digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit. Kekurangan polyester tak jenuh yaitu mudah pecah (*brittle*), oleh karena itu dibutuhkan *reinforced* untuk meningkatkan kekuatan mekanik komposit.

Dalam bidang teknologi material khususnya material termoset, bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan material komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Selama ini, dalam membentuk komposit, menggunakan serat kaca/ *fiberglass* sebagai penguat [3].

Jenis-jenis serat alam seperti misalnya; serat kelapa, rami, ijuk, dll, mulai diteliti untuk digunakan sebagai bahan

penguat komposit polimer [4]. Selain menggunakan salah satu serat, dalam beberapa penelitian juga menggabungkan antara dua material *reinforced* dengan tujuan meningkatkan kekuatan mekanik. Telah banyak penelitian-penelitian yang dilakukan terkait komposit bermatriks polyester tak jenuh. Romels dkk (2011) dalam penelitian mereka tentang komposit *hybrid polyester* berpenguat serbuk batang dan serat sabut kelapa menyebutkan bahwa penggunaan serat alam secara *hybrid* mampu meningkatkan sifat mekanik komposit serat alam [4]. Khayati dkk (2020) dalam penelitian mereka yang berjudul analisa pengaruh konsentrasi limbah serat aren dan limbah kertas dalam pembuatan papan komposit terhadap modulus elastisitas menjelaskan bahwa terdapat perubahan yang signifikan dari material serat alam yang dibuat secara hybrid membentuk komposit polyester [5]. Harianto (2010) dalam penelitiannya tentang perlakuan alkali pada rekayasa bahan komposit berpenguat serat rami menyelaskan bahwa perlakuan menggunakan pelarut NaOH mampu meningkatkan kekuatan Tarik komposit [6].

Tujuan penelitian ini adalah mereview artikel yang telah diterbitkan pada jurnal-jurnal nasional Teknik Mesin dan Material yang telah diterbitkan oleh Sinta,

serta membuat tren berdasarkan beberapa aspek yang penting

## METODOLOGI PENELITIAN

### Desain Penelitian

Kajian ini menganut prinsip analisis isi, yang difokuskan pada temuan-temuan hasil penelitian dari berbagai artikel yang telah diterbitkan di jurnal ilmiah Indonesia. Metode penelitian yang digunakan mirip dengan yang digunakan oleh Fauzi & Pradipta [7].

### Sumber Data

Data diperoleh dari hasil analisis isi artikel material komposit poliester. Seluruh artikel diambil dari jurnal Teknik Mesin dan

### Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah pedoman analisis isi yang memuat aspek-aspek terkait yang diobservasi (Tabel 1) berupa: (1) Jumlah publikasi per tahun, (2) Jenis Penelitian, (3) Jenis *Reinforced*, (4) jumlah *Reinforced* alam dan sintesis, (5) Jumlah *reinforced* berdasarkan bentuknya, (6) Jenis pengujian material komposit, (7) Jenis standar pengujian, dan (8) Kekuatan mekanik material komposit. Untuk aspek nomor (2) tidak akan dimasukkan ke dalam pembahasan karena semua artikel yang

Material yang terdaftar di *Science and Technology Index* (SINTA) pada bulan September 2022. SINTA (pada situs <https://sinta.kemdikbud.go.id/>) merupakan suatu *portal indexing journal* yang dikelola oleh Kemendikbud Republik Indonesia. Dalam SINTA terdapat 30 buah jurnal Teknik Mesin dan 9 buah jurnal Material dalam basis data SINTA. Kemudian dilakukan pengumpulan artikel tentang material komposit polyester. Dari ratusan artikel yang terkumpul, sebanyak 63 artikel yang membahas tentang material komposit polyester tak jenuh yang kemudian akan dianalisis dalam penelitian ini.

dikaji menjelaskan bahwa jenis penelitiannya berupa penelitian eksperimental.

Tabel 1. Aspek dan Kategori yang digunakan untuk analisis isi pada penelitian ini.

Aspek	Kategori	
<b>Jenis Reinforced</b>	Alam	Hybrid
	Sintesis	(Gabungan) Tidak teridentifikasi
<b>Jenis Serat</b>	Serat Sabut	Serat Daun

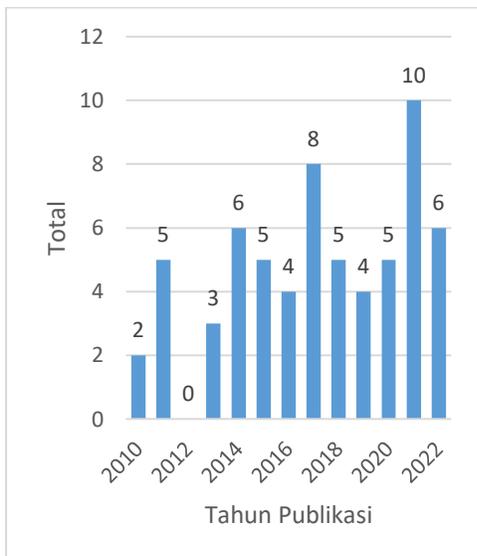
<b>Alam</b>	Kelapa	Pandan Alas	Basalt	Cangkang
	Serat	Serat Resam	Serbuk	Biji Karet
	Anyaman	Serat	Amplas	Serbuk kayu
	Bambu	Pelepah	Empulur	Mahoni
	Serat Rami	Lontar	Sagu	Serbuk
	Serat Kulit	Serat Tandan	Serbuk	Gergaji
	Waru	Kosong	Kulit Waru	Kayu
	Serat	Kelapa	Serbuk	Sengon
	Pelepah	Serat Buah	Limbah	Tidak
	Pisang	Pinang	Kertas	teridentifikasi
	Serat Kulit	Serat Kulit	Serbuk	i
	Kayu	Gaharu	Tempurung	
	Galam	Serat Abaka	Kelapa	
	Serat Purun	Serat	<b>Jenis</b>	Serat Serat Kulit
	Tikus	Limbah Bulu	<b>Serat/Partikel</b>	Fiberglass Sintesis
	Serat Aren	Ayam	<b>Sintesis</b>	(Sintesis) Tidak
	Serat	Serat Ijuk		Serat teridentifikasi
	Kontinu	Serat Jerami		Karbon i
	Empulur	Padi	<b>Bentuk</b>	Nanopartikel Serat
	Sagu	Serat Daun	<b>Reinforced</b>	el Sintesis
Serat Buah	Gewang		Partikel Hybrid	
Lontar	Tidak		Serat Alam (Gabungan)	
Serat Daun	teridentifikasi		Tidak	
Nenas	i		Teridentifikasi	
Serat Knaf			si	
<b>Jenis</b>	Serbuk	Serbuk		
<b>Serbuk/Partikel Alam</b>	Batang	Onggok	<b>Jenis Standar</b>	ASTM JIS
	Kelapa	Serbuk Kayu	<b>Pengujian</b>	SNI Tidak
	Serbuk	Bangkirai		ISO Teridentifikasi
	Batuan	Serbuk		si

## Analisis Data

Setiap aspek penulisan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori informasi yang disampaikan oleh penulis pada bagian abstrak, metode, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan. Data yang terkumpul kemudian disajikan dalam bentuk digram batang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Publikasi

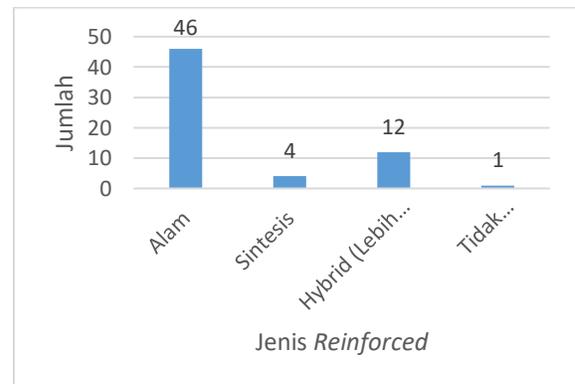


Gambar 1. Kecenderungan peningkatan jumlah penelitian material komposit polyester tak jenuh sebagai perhatian utama di Indonesia dalam 13 Tahun terakhir (2010 – 2022)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat adanya peningkatan jumlah publikasi setiap

yang memenuhi kategori yang telah ditetapkan. Analisis data diperoleh dari tahun hingga tahun 2022 mengenai komposit polyester tak jenuh di Indonesia. Hal ini menandakan bahwa penelitian-penelitian material khususnya material thermoset polyester semakin diminati dan menjadi tantangan baru bagi peneliti untuk meningkatkan sifat mekanik menggunakan serat alam sebagai pengganti serat sintesis.

### Jenis Reinforced

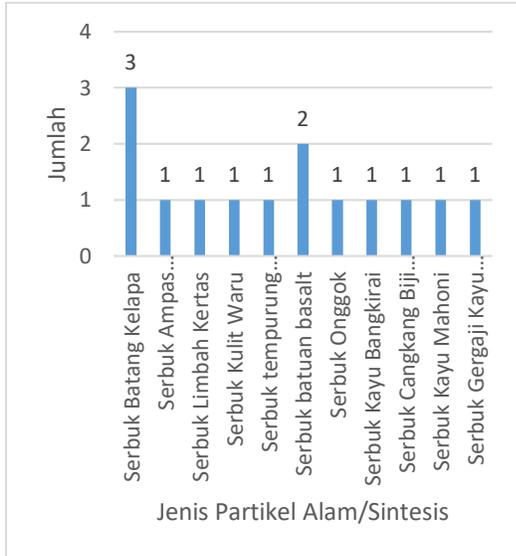


Gambar 2. Distribusi reinforced pembentuk material komposit polyester tak jenuh yang didasarkan pada jenis reinforced

Berdasarkan Gambar 2 dapat diamati bahwa dari 63 artikel yang menggunakan matriks polyester yang ditelaah, sebanyak 46 buah artikel menggunakan material alam sebagai reinforced. Minat peneliti dalam mengeksplorasi serat alam didasarkan pada



memiliki sifat mekanik yang baik dalam bentuk serat tunggal, jumlahnya berlimpah



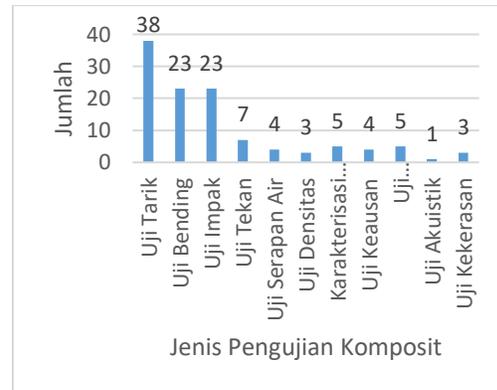
Gambar 5. Distribusi jenis partikel alam dan sintesis yang digunakan dalam artikel penelitian sebagai *reinforced* polyester tak jenuh

Berdasarkan diagram batang pada gambar 5, dapat dilihat bahwa untuk jenis material partikel sebagai *reinforced* paling banyak menggunakan serbuk batang kelapa. Alasan utama pemanfaatan serbuk batang kelapa karena seperti pada serat sabut kelapa, jumlah pohon kelapa sangat melimpah di Indonesia, sehingga serbuk sisa gergaji batang kelapa sangat banyak dan

di Indonesia, murah, dan mudah diproses.

melimpah di Indonesia, bahkan dianggap sebagai limbah.

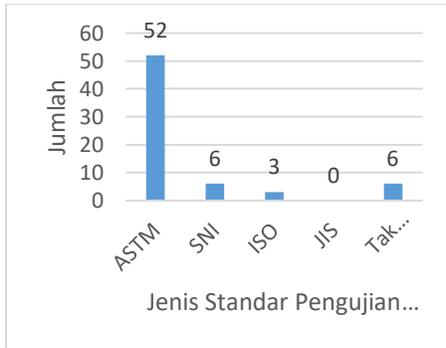
### Jenis Pengujian Komposit



Gambar 6. Distribusi jenis pengujian material komposit matriks polyester tak jenuh pada berbagai artikel yang di review

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa sebagian besar peneliti melakukan pengujian Tarik, bending, dampak, dan tekan. Pengujian mekanik dilakukan peneliti sesuai dengan tujuan dan manfaat dari penelitian. Sebagian besar peneliti bertujuan untuk meningkatkan salah satu sifat mekanik material, baik itu kekuatan Tarik, dampak terhadap beban, bending, maupun tekan.

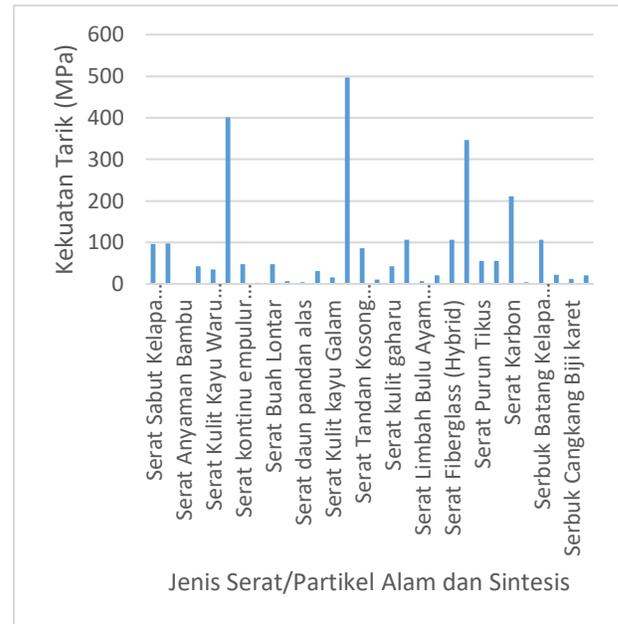
### Jenis Standar Pengujian



Gambar 7. Distribusi jenis standar pengujian material dari setiap telaah artikel pada jurnal teknik mesin dan material terakreditasi SINTA

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa standar pengujian yang banyak digunakan oleh peneliti di bidang mesin dan material polyester tak jenuh adalah ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Beberapa penelitian yang ditelaah tidak mencantumkan secara jelas standar pengujian yang digunakan dalam melakukan pengujian material. Pencantuman standar pengujian yang jelas sangat penting untuk dilakukan. Hal ini berkaitan dengan tahapan dalam menyiapkan sampel, ukuran sampel, cara mengambil data, jenis peralatan yang digunakan, serta bagaimana melakukan analisis data.

### Nilai Kekuatan Komposit: Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak, Kekuatan Bending, dan Kekuatan Tekan

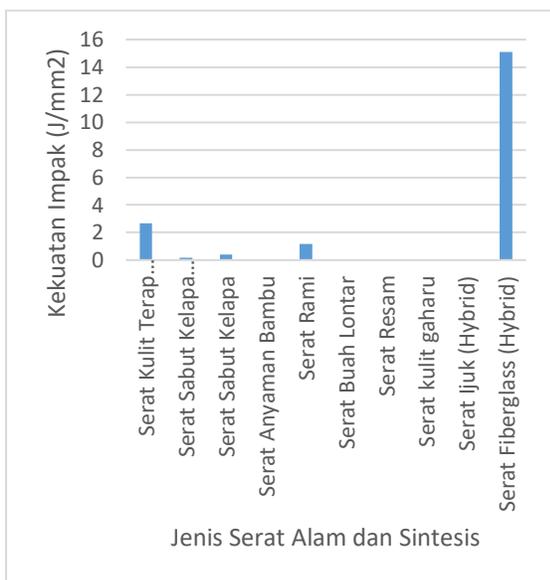


Gambar 8. Distribusi nilai kekuatan Tarik maksimum pada setiap komposit polyester tak jenuh *reinforced* berbagai serat alam dan sintesis di dalam atrikel penelitian yang dikaji

Berdasarkan gambar 8 dapat kita lihat nilai kekuatan Tarik dari masing-masing komposit polyester tak jenuh berpenguat serat/partikel alam dan sintesis. Dari hasil telaah artikel, diperoleh bahwa nilai kekuatan Tarik tertinggi pada komposit serat pelepah lontar, serat kulit kayu waru, serat fiberglass, serat karbon, serat abaka, serat hybrid antara serat fiberglass dan serat

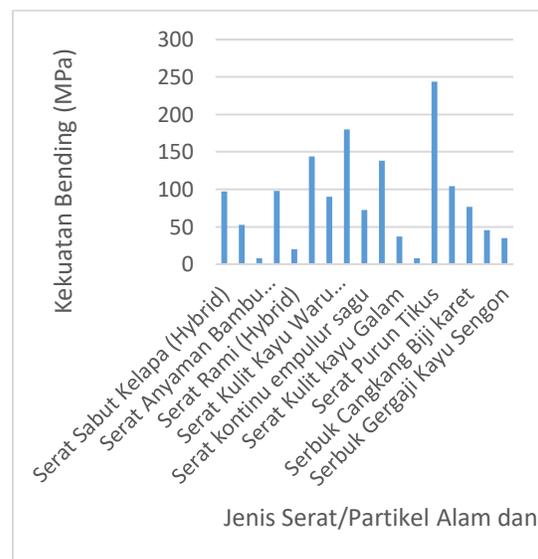
alam, serta serat dan partikel kelapa (baik buah maupun batang kelapa). Seperti yang penggunaan produk komposit, apakah akan digunakan sebagai hiasan, furniture, material lambung kapal, dan lain-lain. Untuk pemanfaatan komposit polyester tak jenuh sebagai material kapal, sesuai dengan standar BKI (minimal 85 MPa untuk kekuatan Tarik), banyak hasil penelitian yang belum memenuhi standar BKI untuk digunakan sebagai kandidat material lambung kapal.

telah disebutkan sebelumnya, penambahan *reinforced* sesuai dengan tujuan dan manfaat komposit polyester. Dari Gambar tersebut serat fiberglass memiliki kekuatan Impak tertinggi yakni sebesar 15 J/mm<sup>2</sup>. Selanjutnya material komposit serat kulit terap dan serat rami. Kekuatan impact sangat dibutuhkan pada aplikasi produk yang sering terkena beban dinamik. Walaupun tidak sebesar serat fiberglass, namun serat sabut kelapa juga memiliki nilai kekuatan impact yang baik.



Gambar 9. Distribusi nilai kekuatan Tarik maksimum pada setiap komposit polyester tak jenuh *reinforced* berbagai serat alam dan sintesis di dalam artikel yang dikaji

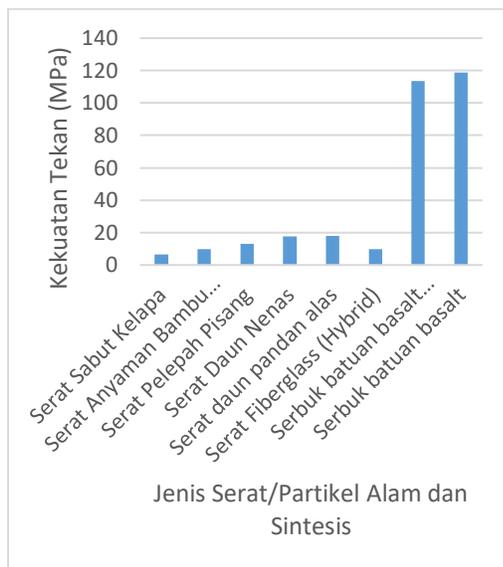
Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat kekuatan impact dari semua material



Gambar 10. Distribusi nilai kekuatan bending maksimum pada setiap komposit polyester tak jenuh *reinforced* berbagai serat alam di dalam artikel yang dikaji

Berdasarkan Gambar 10 dapat kita lihat distribusi nilai kekuatan bending

maksimum pada setiap artikel yang ditelaah. Nilai kekuatan bending paling tinggi pada material komposit berpenguat serat purun yang memiliki nilai kekuatan bending < 100 MPa namun masih dapat dipertahankan toleransinya adalah serat sabut kelapa (hybrid), serat anyaman bamboo, dan serat kulit kayu waru (hybrid).



Gambar 11. Distribusi nilai kekuatan tekan maksimum pada setiap komposit polyester tak jenuh *reinforced* berbagai serat alam di dalam artikel yang dikaji

Berdasarkan Gambar 11 dapat kita lihat nilai kekuatan tekan beberapa material. Nilai kekuatan tekan ini berdasarkan hasil pengujian pada beberapa artikel yang direview. Serbuk batuan basalt (hybrid) dan serbuk batuan basalt yang dicampurkan

tikus, serat kulit kayu waru, serat rami, serat resam, serat karbon. Beberapa material lain dengan polimer polyester tak jenuh memiliki nilai kekuatan tekan paling tinggi.

## SIMPULAN

Berdasarkan review artikel yang dilakukan pada jurnal-jurnal Teknik Mesin dan Material yang terakreditasi SINTA mulai Tahun 2010 hingga 2022, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Adanya kecenderungan peningkatan jumlah publikasi di bidang material komposit bermatriks polyester tak jenuh,
2. Diantara puluhan hingga ratusan publikasi, penggunaan serat alam paling banyak diminati oleh peneliti, hal ini karena selain mudah dan mudah diperoleh, juga mudah untuk dilakukan perlakuan dan dimodifikasi.
3. Untuk bentuk serat alam yang paling banyak diminati adalah bentuk anyaman. Serat alam yang berbentuk anyaman memiliki kekuatan mekanik sebagai serat tunggal yang diharapkan dapat meningkat saat ditambahkan matriks polyester tak jenuh.

4. Untuk jenis serat alam yang paling banyak dijadikan *reinforced* adalah serat sabut kelapa, serat rami, serat kulit waru dan serat sintesis yang sering
6. pengujian impak, pengujian bending dan pengujian tekan.
7. Untuk standar pengujian material yang paling banyak dipilih adalah standar ASTM. Menyinggung standar pengujian material, perlu benar-benar menggunakan standar yang baik dan diakui secara internasional saat akan melakukan pengujian. Termasuk juga perlunya menuliskan jenis standar uji di dalam artikel yang telah dipublikasi.
8. Beberapa jenis serat alam memiliki sifat yang sangat baik sesuai dengan hasil penelitian yang dituliskan. Beberapa serat bahkan memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan serat sintesis baik fiberglass maupun serat karbon. Rekomendasi penelitian lanjutan adalah untuk serat alam tersebut perlu ditingkatkan kekuatannya dari semua sisi sehingga benar-benar dapat digunakan sebagai material pengganti serat sintesis pada berbagai aplikasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kosjoko, A. A. Sonief, and D. Sutikno, "Pengaruh Waktu Perlakuan digunakan dalam penelitian adalah serat *fiberglass*."
5. Untuk jenis pengujian komposit paling banyak diminati adalah pengujian Tarik, Kalium Permanganate (KMnO<sub>4</sub>) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Kosjoko, Achmad As'ad Sonief 2), Djoko Sutikno 2)," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 193–198, 2011.
- [2] J. Matheus, Y. Surya Irawan, and R. Soenoko, "Pengaruh Perlakuan Silane Dan NaOH Pada Permukaan Serat Kontinyu Limbah Epulur Sagu (*Metroxylon Sp*) Terhadap Daya Serap Air Dan Kekuatan Bending," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 212–219, 2013.
- [3] (2011) B. Maryanti, A. Sonief, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik," *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.
- [4] R. C. A. Lumintang, R. Soenoko, and W. Slamet, "Lumintang, S. 2011. 'Komposit Hibrid Poliester Berpenguat Serbuk Batang Dan Serat Sabut Kelapa'. Jurnal. Universitas Brawijaya. Malang..pdf," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. No.2, pp. 145–153,

2011. Aren dan Limbah Kertas dalam Pembuatan Papan Komposit terhadap Modulus Rupture," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 3, pp. 461–466,
- [5] M. Khayati, M. Indarto, F. W. K. Wardana, and T. Widayatno, "Analisa Pengaruh Konsentrasi Limbah Serat 2020, doi: 10.21776/ub.jrm.2020.011.03.18.
- [6] A. Hariyanto, "Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Poliester Terhadap Kekuatan Mekanis," *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 1, 2017, doi: 10.23917/mesin.v11i1.3196.
- [7] A. Fauzi and I. W. Pradipta, "Research methods and data analysis techniques in education articles published by Indonesian biology educational journals," *JPBI (Jurnal Pendidik. Biol. Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 123–134, 2018, doi: 10.22219/jpbi.v4i2.5889.